

DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA DA FACULDADE DE MEDICINA DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Diretor: PROFESSOR FRANKLIN A. DE MOURA CAMPOS

## INFLUENCIA DE ALGUMAS DIETAS SOBRE O METABOLISMO BASAL (\*)

DEMOSTHENES ORSINI

Assistente de Fisiologia

No presente trabalho apresentamos os valores do metabolismo basal encontrados para ratos brancos, recebendo certas dietas geralmente usadas em pesquisas sobre Nutrição. Assim procuramos conhecer o papel dessas dietas na produção calórica básica desses animais. Também citamos resultados obtidos com pacientes humanos, em condições diversas de nutrição.

Este trabalho faz parte de uma serie de observações, já publicadas ou em vias de publicação, que realizamos sobre o Metabolismo Basal em condições várias.

A alimentação como fator capaz de influir sobre o valor do metabolismo de base é reconhecida por inumeros autores. A super-alimentação póde condicionar aumento da despesa de base, em animais (1-2 e em pacientes humanos (3-4). A redução do metabolismo de base como um dos indices de desnutrição de um povo é um problema de capital importância sob todos os seus aspectos. Os baixos valores do metabolismo basal encontrados em nosso meio por inumeros autores nacionais (5) devem ser atribuidos, pelo menos em parte, ao nosso regime alimentar incompleto e desharmonico, reconhecido por vários pesquisadores (6-7).

A redução do metabolismo de base observada no sul dos Estados Unidos foi atribuida ao menor consumo de proteínas dessas populações (8-9).

Um perene estado de desnutrição dos povos orientais com todas as suas consequencias funestas, é reconhecido por inumeros autores (10-11-12-13-14-15-16). E' justamente no Oriente que se encontra com mais constância a redução do metabolismo basal, explicavel pela deficiência alimentar (17-18-19-20-21).

---

(\*) Agradecemos muito sinceramente aos Professores Drs. E. B. Hart, C. A. Elvehjem, da Universidade de Wisconsin, e Dr. J. R. Murlin, da Universidade de Rochester, em cujos laboratorios realizamos a maior parte deste trabalho.

Em trabalho anterior (22) usando um pequeno numero de ratos brancos e em condições experimentais diversas, encontramos a redução do metabolismo de base dos animais que receberam uma dieta, qualitativa ou quantitativamente, deficiente em proteínas. Para jovens brasileiros, de 8 a 18 anos de idade, verificamos (23) certa baixa do metabolismo basal que atribuímos, em parte, à incompleta alimentação que recebiam.

### MATERIAL

Para as nossas observações usamos 47 ratos brancos, machos, divididos em 4 grupos de acordo com a dieta. Tanto quanto possível, pois as observações foram realizadas em dois laboratorios e em diferentes épocas, procuramos conservar identicas condições experimentais quanto à idade, cuidados preliminares, etc. Não levamos em consideração a possível influencia estacional porque os animais foram criados em ambiente de ar condicionado e as provas realizadas a 28°C, temperatura ótima para a determinação do metabolismo basal de ratos (24). Devido a esse criterio de uniformidade cuidamos que os resultados dos diversos grupos são suscetíveis de comparação entre si, embora, a rigor, a comparação deva ser feita entre os diversos sub-grupos dum mesmo grupo.

Da normalidade dos animais, avaliamos pelo aspecto geral, curva ponderal, apetite e ausencia de sinais indicativos de anormalidade.

O primeiro grupo foi dividido em 6 sub-grupos de acordo com as rações iso-calóricas R 119 — 120 — 121 — 122 — 123 — 124 que recebiam (Quadro I). Assim procuramos estudar o papel das gorduras e hidratos de carbono em diferentes percentagens. Em maior proporção usamos ou gordura de porco ou gordura vegetal ("Crisco" — gordura vegetal largamente usada nos Estados Unidos).

No segundo grupo procuramos estudar, usando as rações R 125-126, a influencia do amido e da sucrose em taxas identicas (Quadro I). O amido, além de se distinguir sob o ponto de vista alimentar por diversos aspectos, tem ação bem diversa sobre a flora intestinal, fator importante na síntese de algumas vitaminas.

No terceiro grupo foram usadas as rações R 127-128-129-130 (Quadro I) que diferem essencialmente entre si pelas taxas de proteínas, no sentido de que as rações modificadas encerram uma taxa proteica excessiva pois, como mostraram Mendel e Osborne (25), 20 % de proteína é a quantidade necessaria para o rato.

No quarto grupo (Quadro II), onde usamos as rações R 131-132, procuramos estudar a influencia duma ração lactea quando comparada com uma dieta bem equilibrada ("Purina Laboratory Chows" — ração comercial largamente utilizada nos Estados Unidos para alimentação de animais de laboratorio) como provam numerosas observações (26). Ao leite cuja composição damos no Quadro III, eram adicionados sais minerais para compensar a sua pobreza nesses elementos. A cada 15 c. c. de leite eram adicionados 15 c. c. de agua,

QUADRO I  
COMPOSIÇÃO DE RAÇÕES ISO-CALÓRICAS

|                                       | 119<br>RAÇÃO | 120    | 121    | 122    | 123    | 124    | 125    | 126    | 127    | 128    | 129    | 130    |
|---------------------------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Amido .....                           | 71,0         | 21,5   | 37,5   | 37,5   |        |        |        |        |        |        | 37,5   |        |
| Dextrina .....                        |              | 22,0   | 14,0   |        | 71,0   | 14,0   | 73,0   | 61,0   | 75,0   | 33,0   |        | 37,5   |
| Gordura animal .....                  |              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Sucrose .....                         |              |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Gordura vegetal .....                 |              |        |        | 14,0   |        |        |        |        |        |        |        |        |
| Caseína (*) .....                     | 18,0         | 18,0   | 18,0   | 18,0   | 18,0   | 18,0   | 18,0   | 30,0   | 18,0   | 60,0   | 18,0   | 18,0   |
| Manteiga (*) .....                    | 3,0          | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    | 3,0    |        |        |        |        | 19,0   | 19,0   |
| Óleo de milho (*) .....               | 2,0          | 2,0    | 2,0    | 2,0    | 2,0    | 2,0    | 5,0    | 5,0    | 3,0    | 3,0    |        |        |
| Mistura de sais .....                 | 4,0          | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    | 4,0    |
| Extrato de fígado (**) .....          | (4)          | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    | (4)    |
| B <sub>1</sub> .....                  | 200γ         | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   | 200γ   |
| B <sub>6</sub> .....                  | 400γ         | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   | 400γ   |
| Riboflavina .....                     | 300γ         | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   | 300γ   |
| Colina .....                          | 100mg.       | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. | 100mg. |
| Ácido nicotínico .....                | 5mg.         | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   | 5mg.   |
| Ácido pantoténico .....               | 500γ         | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   | 500γ   |
| Óleo de fígado de ba-<br>calhau (***) | II           | II     | II     | II     | II     | II     | II     | II     | II     | II     | II     | II     |

(\*) purificação por lavagens.

(\*\*) extraído pelo butanol.

(\*\*\*) também dado em gotas.

0,5 mg. de Fe, 0,04 mg. de Cu, 0,05 mg. de Mg e 245 U. S. P. de vitamina D.

#### QUADRO II

##### ANÁLISE QUÍMICA DA RAÇÃO 131 (Ração comercial)

|                           |         |
|---------------------------|---------|
| Proteína .....            | 23,0 %  |
| Gorduras .....            | 5,0 %   |
| Fibra .....               | 4,0 %   |
| Cinzas .....              | 7,0 %   |
| Água .....                | 7,0 %   |
| Extrato não azotado ..... | 54,0 %  |
| Vitaminas .....           | —       |
| Sais minerais .....       | —       |
|                           | <hr/>   |
|                           | 100,0 % |

#### QUADRO III

##### COMPOSIÇÃO MÉDIA DA RAÇÃO 132 (Leite evaporado)

|                |          |
|----------------|----------|
| Proteína ..... | 6,90 %   |
| Gorduras ..... | 7,90 %   |
| Lactose .....  | 9,70 %   |
| Cinzas .....   | 1,60 %   |
| Água .....     | 73,90 %  |
| Sólidos .....  | 26,10 %  |
|                | <hr/>    |
|                | 100,00 % |

Os nossos pacientes humanos compreendem dois grupos de jovens do sexo masculino, de 14 a 18 anos de idade. O primeiro grupo compreende 110 pacientes recolhidos, recentemente, a um Abrigo de Menores da cidade de S. Paulo. Um inquerito levado a efeito entre 211 rapazes antes de serem abrigados, revelou o seguinte:

##### Condições alimentares

|                 |         |
|-----------------|---------|
| bôas .....      | 32,22 % |
| más .....       | 38,87 % |
| regulares ..... | 19,90 % |
| ignoradas ..... | 9,00 %  |

O segundo grupo compreende 139 pacientes recolhidos, durante um tempo relativamente longo, ao mesmo Abrigo de Menores, onde recebem alimentação abundante e variada. Em trabalho anterior (27) assinalamos, ao lado do desigual estado de nutrição, a maior atividade muscular dos componentes deste segundo grupo.

#### TÉCNICA

Usamos dois métodos de calorimetria, um indireto e outro direto. As provas de animais dos três primeiros grupos foram feitas com o aparelho construído por Schwabe e Griffith (28) e cuja técnica

seguimos. Trata-se dum aparelho de circuito fechado que utiliza oxigenio puro, cujo consumo é dado pelo desnivel dum estilete que inscreve sobre um quimografo em movimento. O gaz carbonico eliminado é absorvido por uma solução de agua de barita, cujo titulo é determinado antes e depois de cada prova, dando, assim, a quantidade de  $\text{CO}_2$  produzida.

Na determinação do metabolismo basal dos animais do quarto grupo utilisamo-nos da camara calorimetrica construida por Murlin e Barrowns (29) e cuja técnica seguimos. A análise do ar ambiente e dos gazes que saem da camara é feita pelo aparelho de Haldane, dando-nos, assim, o consumo de  $\text{O}_2$  e a produção de  $\text{CO}_2$ . O vapor dagua produzido é absorvido por um frasco com acido sulfurico, cuja variação de peso nos indica a quantidade de  $\text{H}_2\text{O}$  eliminada.

A produção calórica direta é registrada, eletricamente, em um quimografo especial.

Assim este método associa a calorimetria indireta e direta.

Os cuidados durante as provas e os que precedem a realização das mesmas foram seguidos de acordo com as indicações dos citados autores e sob o mesmo criterio seguido por nós em trabalhos semelhantes (30).

Os animais foram pesados imediatamente depois da realização das provas, portanto em jejum. Para o calculo da area da superficie corporal usamos a formula de Diack (31) para maior uniformidade em relação aos autores americanos.

As provas foram realizadas entre as 10 e 16 horas quando, segundo Benedict (32) se observa melhor repouso dos ratos. Realizamos para cada animal sempre mais de uma prova, considerando nos nossos calculos os valores mais baixos.

Para os nossos pacientes humanos usamos o aparelho de Benedict-Roth, cuja técnica é bastante conhecida e já descrita em trabalhos anteriores (33).

## RESULTADOS

Os valores encontrados foram relacionados ao metro quadrado de superficie corporal e, para os ratos, ao quiligromo de peso corporal:

No Quadro IV demos esses valores e os desvios em percentagem tomando como base os valores fornecidos pelos ratos recebendo as rações R 123 — 125 — 127 — 131 consideradas como basicas nos respectivos sub-grupos. Verifica-se que os nossos resultados são comparaveis aos obtidos por autores americanos para ratos normais (34). As diversas dietas usadas não influíram sobre os valores do metabolismo de base encontrados sendo que os desvios verificados nunca excederam de  $\pm 10\%$ . Comparando-se as médias de 1068, 1011, 1132, 1001 Cals. / $\text{m}^2$ /24 hs. obtidas respectivamente para o primeiro, segundo, terceiro e quarto grupo, verifica-se que elas são suficientemente aproximadas para não se considerar como significativas essas variações.

## QUADRO IV

## METABOLISMO BASAL EM RATOS BRANCOS RECEBENDO DIVERSAS RAÇÕES

| N. de animais | Peso | Q. R. | Cals./m2/24 hs. | Desvio% | Cals./Kgm/24hs. | Rações            |
|---------------|------|-------|-----------------|---------|-----------------|-------------------|
| 3             | 190  | 0,84  | 1.180           | + 9,0   | 152             | R 119             |
| 3             | 130  | 0,83  | 1 030           | — 4,8   | 154             | R 120             |
| 3             | 150  | 0,82  | 1 112           | + 2,8   | 156             | R 121             |
| 3             | 148  | 0,86  | 1.008           | — 6,8   | 141             | R 122             |
| 3             | 154  | 0,83  | 1.182           | —       | 151             | R 123             |
| 3             | 145  | 0,87  | 997             | — 7,8   | 140             | R 124             |
| 3             | 130  | 0,79  | 1.037           | —       | 154             | R 125             |
| 3             | 167  | 0,81  | 985             | — 5,0   | 135             | R 126             |
| 2             | 122  | 0,82  | 1.187           | —       | 182             | R 127             |
| 4             | 210  | 0,84  | 1.148           | — 3,3   | 148             | R 128             |
| 2             | 230  | 0,80  | 1.122           | — 5,5   | 148             | R 129             |
| 3             | 172  | 0,81  | 1.070           | — 9,8   | 145             | R 130             |
| 6             | 170  | 0,79  | 1 015           | —       | 137             | R 131             |
|               |      |       |                 |         |                 | (ração comercial) |
| 6             | 168  | 0,78  | 987             | — 2,7   | 135             | R 132             |
|               |      |       |                 |         |                 | (ração lactea)    |

No Quadro V damos os resultados obtidos para os pacientes humanos e os desvios percentuais em relação ao padrão Boothby-Sandiford. No Gráfico I projetamos os nossos valores.

Como se vê os valores médios encontrados no segundo grupo são superiores aos do primeiro grupo e mesmo aos dos padrões americanos.

Alem de outros fatores, o melhor estado de nutrição dos pacientes do segundo grupo, que pode ser bem verificado no Quadro VI, seria uma das causas explicativas dos valores mais altos encontrados.

## QUADRO VI

## PESOS E ALTURAS DE PACIENTES EM CONDIÇÕES DIVERSAS DE NUTRIÇÃO

| Pacientes do 1.º Grupo |                  |                    | Pacientes do 2.º Grupo |                  |                    |
|------------------------|------------------|--------------------|------------------------|------------------|--------------------|
| Idade em anos          | Peso médio em K. | Altura média em M. | Idade em anos          | Peso médio em K. | Altura média em M. |
| 14                     | 42,03            | 1,498              | 14                     | 42,00            | 1,533              |
| 15                     | 49,95            | 1,593              | 15                     | 45,25            | 1,560              |
| 16                     | 49,87            | 1,583              | 16                     | 51,43            | 1,636              |
| 17                     | 51,89            | 1,603              | 17                     | 53,17            | 1,637              |
| 18                     | 56,65            | 1,637              | 18                     | 60,34            | 1,674              |

## SUMARIO E CONCLUSÕES

O autor apresenta os resultados do metabolismo basal para ratos brancos, nascido e criados em ambiente de ar condicionado, recebendo dietas várias. Foi estudada a influencia das dietas usadas quanto à quantidade e qualidade dos hidratos de carbono (R 119 — dextrina 75 % — R 123 — sucrose 75 % — R 124 — sucrose 50 %, gordura de porco 25 % — R 129 — amido 50 %, manteiga 25 % — R 130 — sucrose 50 %, manteiga 25 %), gorduras (R 120 — gordura de porco 40 % — R 121 — gordura de porco 25 % — R 122 — gordura vegetal "Crisco" 25 %), proteína (R 125 — R 127 — Caseína 18 % — R 126 — Caseína 30 % — R 128 — 68 %) e outras características (R 131 — Ração comercial bem equilibrada — R 132 — Ração lactea). As comparações foram feitas com os animais recebendo as dietas consideradas básicas.

Nas determinações do metabolismo basal foram usados métodos de calorimetria indireta (aparelho de Schwabe e Griffith) e direta (calorimetro automatico de Barrows e Murlin).

São ainda citados os valores do metabolismo basal (pelo método de Benedict-Roth) de jovens de 14 a 18 anos de idade, sexo masculino, em condições diversas de nutrição, etc.

1) Os valores obtidos para o metabolismo basal de ratos brancos, recebendo dietas várias, podem ser considerados como valores normais.

2) As dietas usadas não afetaram os valores do metabolismo basal dos ratos brancos observados, pois os desvios encontrados não vão além de  $\pm 10\%$  em relação aos animais testemunhas.

3) Foi encontrada nitida diferença entre os valores do metabolismo de base de jovens de 14 a 18 anos de idade, em condições diversas de nutrição, etc.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 — GRAFE e GRAHAM — Zeitsch f. Physiol. Chem., 1911, 1, 73.
- 2 — ECKSTEIN e GRAFE — Zeitsch f. Physiol. Chem., 1919, 107, 37.
- 3 — GRAFE, E. — Ergebnisse der Physiologie Band II, Abteilung, Munchen, 1923.
- 4 — GRAFE e KOCK — Deutsch Arch. f. Klin. Med., 1912, 106, 564.
- 5 — MOURA CAMPOS, F. A. — Cultura Médica, 1940, Ano II, sup. n. 1, 432.
- 6 — BARROS BARRETO, J. e CASTRO, A. — Arq. de Higiene do Brasil, 1938, ano 8, n. 2, 399.
- 7 — PAULA SOUSA, G. H., CINTRA, A. U. e CARVALHO, P. E. — Boletim n. 58, Rev. Arq. Municipal S. Paulo, 1935, n. 3.
- 8 — HAFKESBRING, R. e BORGSTROM, P. — The Amer. Journ. of Physiol., 1926, 79, 221.
- 9 — WILLIAMS, G. D. e BENEDICT, F. G. — The Amer. Journ. of Physiol., 1928, 85, 634.
- 10 — McCAY, D. — Phyllip J. Sc. Serv., 1910, 5, 163.
- 11 — McCARRISON, R. — Race Practitioner, 1925, 114, 90.
- 12 — McCARRISON, R. — For East A. Trop. Med., 1927, 3, 321.

- 13 — MCCARRISON, R. — *Nutrit. Abstr. Rev.*, 1932, 2.
- 14 — AYKROD, W. R. — *Vitamins and other dietary essentials*, 1933, Wil. Heinemann, Londres.
- 15 — POWELL, M. N. — *Chinese Physiol. Rep. Serv.*, n. 1, Metabolism, 1928, 129.
- 16 — WU, H. e WU, D. J. — *Chinese J. Physiol. Rep. Serv.*, n. 1, Metabolism, 1928, 135.
- 17 — ARON, H. — *Phyllip J. Sc. Serv. B.* 4, 1919, 1925.
- 18 — CONCEPCION, I. — *Rev. Phyllip. Medicina, Farm.*, 1919, 10, 1933.
- 19 — ROXAS, M. L. — *Phyllip Agric.*, 1930, 10, 121.
- 20 — SANTOS, F. C. — *J. Phyllip. Islands M. A.*, 1930, 10, 121.
- 21 — KRISHMANN, B. T. e VARREED, C. — *Indian J. Med. Res.* 1932, 29, 851.
- 22 — ORSINI, D. — *An. Fac. Med. Univ. S. Paulo*, 1940.
- 23 — ORSINI, D. — *O Hospital*, 1940, 17, n.º 5, 791.
- 24 — SCHWABE, E. L., FREDERICK, E. E. e GRIFFITH, F. R. — *J. Nutrition*, 15, 199.
- 25 — MENDEL, L. B. e OSORNE, T. B. — *Journ. Biol. Chem.*, 1915, 20, 351.
- 26 — BITTNER, J. J. — *Differences Observed in an Albino Strain of Mice Following a Change in Diet*, 1936.
- 27 — ORSINI, D. — *Cultura Médica*, ano II, sup. n.º 1, 454.
- 28 — Citação (24).
- 29 — BARROWS, W. M. e MURLIN, J. R. — *Amer. Philos. Soc. Proc.*, 78, 483-512.
- 30 — ORSINI, D. — *An. Fac. Med. Univ. S. Paulo*, 1940, 16, t. 1, 71.
- 31 — DIACK, S. L. — *J. Nutrition*, 1930, 3, p. 289-296.
- 32 — BENEDICT, F. G. — *Carnegie Institute of Washington*, 1938, 68.
- 33 — ORSINI, D. e PUCCI, W. — *An. Fac. Med. Univ. S. Paulo*, 1939, 15, 113.
- 34 — BLACK, A. e MURLIN, J. R. — *J. Nutrition*, 17, n.º 4, apr. 10.

## EMPRESA CONSTRUTORA UNIVERSAL LTDA.

Autorizada e Fiscalizada pelo Governo Federal — Carta Patente N.º 92

SÉDE CENTRAL: Rua Libero Badaró Ns. 103 e 107

Telegrammas: "Constructora" — Telephone: 2-4550

(Rêde particular de ligações internas)

CAIXA POSTAL, 2999 — SÃO PAULO